

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 014 020 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
28.06.2000 Bulletin 2000/26

(51) Int Cl.7: **F25J 3/04**

(21) Numéro de dépôt: 99403101.1

(22) Date de dépôt: 09.12.1999

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(72) Inventeur: **Tranier, Jean-Pierre**
75014 Paris (FR)

(74) Mandataire: **Mercey, Fiona Susan et al**
L'Air Liquide,
Service Brevets et Marques,
75, quai d'Orsay
75321 Paris Cédex 07 (FR)

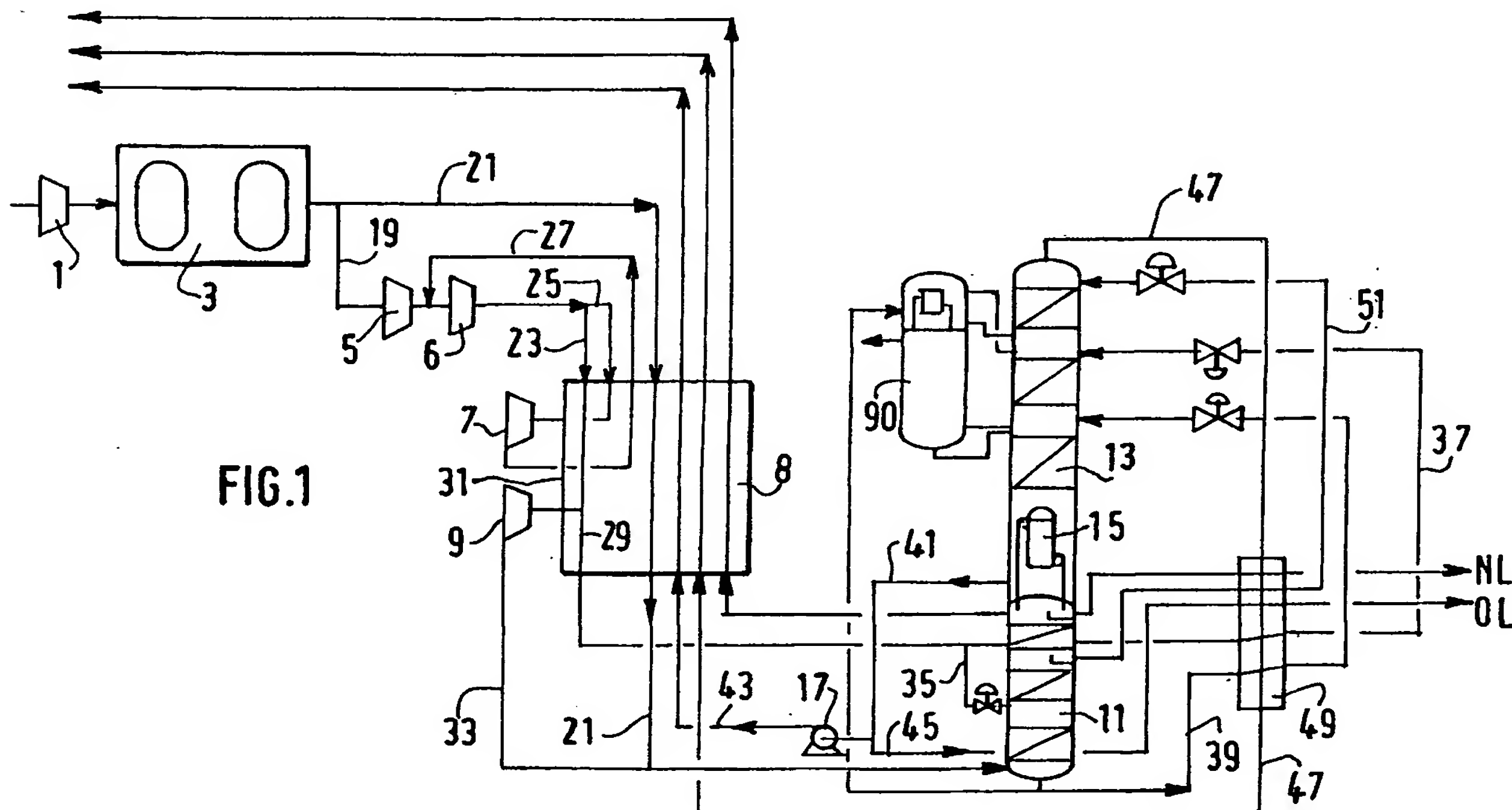
(30) Priorité: 22.12.1998 FR 9816243

(71) Demandeur: **L'AIR LIQUIDE S.A.**
75321 Paris Cédex 07 (FR)

(54) **Procédé de séparation cryogénique des gaz de l'air**

(57) Dans un appareil de séparation d'air par distillation cryogénique, tout l'air est comprimé à une moyenne pression (1). Ensuite une partie de l'air est comprimé à une pression intermédiaire (5) et une fraction de cet air est comprimée à une haute pression (6). L'air à haute pression est divisé au moins en deux

(23,25) et détendu dans deux turbines (7, 9), le refroidissement de la turbine chaude (7) étant recyclé au moins partiellement vers le bout chaud de l'échangeur (8) à une pression supérieure. Un liquide provenant de l'appareil de séparation d'air se vaporise dans l'échangeur.



Description

[0001] La présente invention est relative aux procédés et aux installations de séparation cryogénique des gaz de l'air.

[0002] Les pressions dont il est question ci-dessous sont des pressions absolues. De plus, on entend par "condensation" ou "vaporisation" soit une condensation ou une vaporisation proprement dite, soit une pseudo-condensation ou une pseudo-vaporisation, selon que les pressions en question sont subcritiques ou supercritiques.

[0003] Au cours de ces dernières années, l'utilisation des procédés "à pompe" pour la production d'oxygène sous pression s'est généralisée. Ces procédés consistent à extraire une fraction liquide enrichie en oxygène de la partie inférieure de la colonne basse pression, typiquement en cuve de pomper ce liquide à la pression requise, de le vaporiser et de le réchauffer jusqu'à une température proche de la température ambiante par échange de chaleur avec l'air entrant et/ou un fluide enrichi en azote sous pression. Ce procédé permet donc de faire l'économie d'un compresseur d'oxygène et est donc plus économique. De la même façon, on peut produire par pompe de l'azote ou de l'argon sous pression.

[0004] Cette généralisation des procédés à pompe a été rendue possible en partie par l'utilisation de l'adsorption pour éliminer l'eau et le CO₂ de préférence aux échangeurs réversibles.

[0005] Par ailleurs, pour pouvoir vaporiser de l'oxygène à haute pression, il convient de disposer d'un fluide calorigène à haute pression (air ou fluide enrichi en azote) qui se condensera par échange indirect avec l'oxygène comme dans US 4 303 428 et/ou par expansion isentropique dans une turbine (voir US 5 329 776), de manière à équilibrer le bilan thermique de la partie distillation. Par haute pression, il s'agit d'une pression supérieure à la pression de la colonne moyenne pression d'un système à double colonne ou à la pression côté condenseur du vaporiseur d'une simple colonne. La présence de fluide à haute pression a, en outre, favorisé l'utilisation de cycles plus complexes avec turbines multiples pour la production de liquide.

[0006] Des exemples de cycles à pompe à deux turbines sont données dans les documents US 5 329 776, GB 2251931, US 5 564 290 ou US 5 108 476. Malheureusement, pour tous les procédés connus, la quantité de liquide que l'on peut produire est limitée si l'on ne veut pas augmenter la taille du compresseur d'air (i.e. le débit sur le premier étage).

[0007] US-A-5758515 divulgue un procédé de production d'oxygène sous pression utilisant une première turbine qui alimente la colonne moyenne pression d'une double colonne et une turbine alimentée par un surpresseur dont tout l'air détendu est recyclé au compresseur principal de l'appareil.

[0008] Un but de la présente invention est d'augmenter la production de liquide sur un appareil à pompe à

deux turbines sans augmenter la taille du compresseur d'air tout en améliorant la performance du cycle. Un autre but de la présente invention est de mieux optimiser le diagramme d'échange pour un appareil de séparation d'air à deux turbines.

[0009] Selon un objet de l'invention, il est prévu un procédé de séparation cryogénique du gaz de l'air dans un système de colonnes comprenant au moins une colonne par distillation d'air comprenant les étapes de :

- comprimer la totalité de l'air à une moyenne pression et au moins une partie de l'air jusqu'à une pression intermédiaire entre la moyenne pression et une haute pression
- comprimer de l'air de la pression intermédiaire à la haute pression
- diviser l'air comprimé à la haute pression en une première et une deuxième fractions
- refroidir la première fraction dans un échangeur de chaleur et la détendre au moins en partie dans une première turbine
- refroidir la deuxième fraction dans l'échangeur de chaleur et la détendre au moins en partie à la pression intermédiaire dans une deuxième turbine
- réchauffer dans l'échangeur de chaleur la partie détendue de la deuxième fraction (ou la deuxième fraction détendue) et en recycler au moins une partie dans l'air à la pression intermédiaire
- envoyer de l'air de la première turbine à une première colonne, où il s'enrichit en azote en tête de colonne et s'enrichit en oxygène en cuve et
- soutirer un liquide provenant au moins partiellement d'une colonne du système et le vaporiser, éventuellement après pressurisation, dans l'échangeur de chaleur

caractérisé en ce que la pression d'alimentation de la première turbine n'est pas inférieure à la pression d'alimentation de la deuxième turbine.

[0010] Selon d'autres caractéristiques facultatives de l'invention, il est prévu un procédé dans lequel

- les pressions d'entrée de la première et deuxième turbines sont identiques ou la pression d'entrée de la première turbine est supérieure à la pression d'entrée de la deuxième turbine, de préférence supérieure d'au moins 1 bar ou même d'au moins 2 bars à la pression d'entrée de la deuxième turbine.
- la première colonne fait partie d'une double colonne ou une triple colonne
- on envoie un débit enrichi en oxygène et un débit enrichi en azote de la première colonne à une deuxième colonne de la double colonne, la première colonne opérant à une pression plus élevée que la colonne basse pression.
- on soutire un débit liquide de la colonne basse pression ou la colonne moyenne pression (ou la colonne intermédiaire dans le cas d'une triple colonne) et on

- le vaporise par échange de chaleur avec de l'air.
- la totalité de l'air est comprimé jusqu'à la pression intermédiaire
- la température d'aspiration de la deuxième turbine est supérieure à celle de la première turbine
- une portion non-détendue de la première fraction se condense par échange de chaleur avec un fluide soutiré de la colonne
- la portion qui se condense échange de la chaleur avec le liquide qui se vaporise
- une portion non-détendue de la deuxième fraction se condense par échange de chaleur avec un fluide soutiré de la colonne
- la portion qui se condense échange de la chaleur avec le liquide qui se vaporise.
- le débit liquide est enrichi en oxygène, en azote ou en argon.
- plusieurs débits liquides se vaporisent dans l'échangeur de chaleur.
- une fraction de l'air est refroidie dans un groupe frigorifique.
- au moins une partie de la deuxième fraction est refroidie dans un groupe frigorifique.
- la température de sortie du groupe frigorifique est la température d'entrée de la turbine.
- l'énergie d'au moins une des turbines sert à entraîner un ou plusieurs compresseurs
- un débit de la colonne basse pression alimente une colonne argon
- un débit d'air est envoyé à la première colonne sans avoir été détendu dans une des turbines.

[0011] Selon d'autres aspects de l'invention, il est prévu une installation de séparation cryogénique des gaz de l'air par distillation cryogénique comprenant :

- au moins une première colonne de distillation d'air
- une ligne d'échange,
- des moyens pour comprimer tout l'air à une moyenne pression,
- des moyens pour comprimer au moins une partie de l'air jusqu'à une pression intermédiaire entre la moyenne pression et une haute pression,
- des moyens pour comprimer de l'air de la pression intermédiaire à la haute pression,
- des moyens pour envoyer une première et une deuxième fractions d'air à la haute pression à la ligne d'échange,
- une première turbine pour détendre au moins une partie de la première fraction, éventuellement jusqu'à la moyenne pression,
- une deuxième turbine pour détendre au moins une partie de la deuxième fraction jusqu'à la pression intermédiaire,
- des moyens pour réchauffer au moins une portion de la partie détendue de la deuxième fraction
- des moyens pour recycler au moins une partie de cette portion dans l'air à la pression intermédiaire

et des moyens pour soutirer au moins un liquide d'une colonne de l'installation et des moyens pour l'envoyer à la ligne d'échange caractérisée en ce qu'elle ne comprend pas de moyens pour augmenter la pression d'alimentation de la deuxième turbine par rapport à la pression d'alimentation de la première turbine

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

[0012] Selon d'autres caractéristiques facultatives elle peut comprendre des moyens pour augmenter la pression d'alimentation de la première turbine par rapport à la pression d'alimentation de la deuxième turbine.

[0013] En recyclant le débit de la turbine chaude à une pression supérieure à la pression de la colonne moyenne pression, on peut avoir un meilleur rendement sur cette turbine. En effet, le rendement isentropique d'une turbine est d'autant plus élevé que son taux de détente est faible (plus proche de 5 que de 10).

[0014] Avec ce concept, on augmente le débit du compresseur d'air que sur les derniers étages et non sur les premiers qui en déterminent la taille. D'autre part, en recyclant le débit de la turbine chaude à une pression supérieure à la pression de la colonne moyenne pression, on optimise mieux le diagramme d'échange dans sa partie chaude et on peut éventuellement choisir cette pression intermédiaire comme pression de l'épuration d'air ce qui est un très bon compromis, une pression plus basse entraînant un surcoût sur les adsorbants alors qu'une pression plus haute peut poser des problèmes technologiques. Ceci est un avantage par rapport au procédé divulgué dans les demandes de brevet EP 0 316 768 et EP 0 811 816 qui bien que n'étant pas à pompe recyclent le débit de la turbine chaude (et aussi de la turbine froide) à la pression de la colonne moyenne pression.

[0015] Des exemples de mise en oeuvre de l'invention vont maintenant être décrits en regard des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement une installation de séparation cryogénique de l'air selon l'invention
- les figures 2 à 7 sont des vues analogues de variantes de l'invention et
- la figure 8 est un diagramme d'échange thermique correspondant à une utilisation de l'installation de la figure 1.

[0016] Dans la figure 1, un débit d'air est envoyé au compresseur 1 où il est comprimé à la moyenne pression de l'ordre de 5 bars avant d'être épuré dans l'unité d'épuration 3. Il est ensuite divisé en deux parties 19, 21. Une partie 21 constituant 20 % de l'air est envoyée à l'échangeur de chaleur 8 où elle est refroidie à son point de rosée et envoyée à la colonne moyenne pression 11. La partie 19 est comprimée dans les premiers étages 5 d'un compresseur jusqu'à une pression intermédiaire de 11,5 bars; ensuite elle est comprimée dans

les derniers étages 6 du compresseur jusqu'à une haute pression de 35 bars.

[0017] L'air à la haute pression est divisé en deux fractions 23, 25 dont la première est refroidie à une température intermédiaire de 160 K de la ligne d'échangeur de chaleur 8 avant d'être divisé en deux. La partie 31 est détendue à la moyenne pression dans la première turbine 9 et rejoint le débit 21 pour être envoyée à la colonne 11. La partie 29 se condense par échange de chaleur avec un débit d'oxygène qui se vaporise et est divisée en deux pour être envoyé (en 35, 37) aux deux colonnes 11, 13, après détente dans une vanne.

[0018] La deuxième fonction d'air à haute pression 25 se refroidit jusqu'à une température intermédiaire de 243 K, supérieure à la température d'entrée de la première turbine 9. Elle est ensuite détendue dans la deuxième turbine 7 jusqu'à la pression intermédiaire, renvoyée à l'échangeur 8 et réchauffée jusqu'au bout chaud avant d'être mélangée à l'air à la pression intermédiaire.

[0019] Des débits d'azote liquide et d'oxygène liquide 41, 45, sont retirés des colonnes 11, 13. Une partie de l'oxygène liquide 43 est pompée, pressurisée par la pompe 17 jusqu'à une pression de 17 bars et ensuite se vaporise dans l'échangeur 8.

[0020] Elle pourrait éventuellement se vaporiser dans un échangeur indépendant de l'échangeur 8 contre le débit d'air 29.

[0021] Dans la figure 2, les mêmes chiffres de référence identifient les éléments de l'installation, sauf que tous les chiffres sont augmentés par 100.

[0022] La différence principale entre la figure 2 et la figure 1, est que dans la figure 2, tout l'air est pressurisé dans le compresseur 105 jusqu'à la pression intermédiaire de 11,5 bars. L'oxygène liquide 141 se vaporise contre l'air 129 à la pression intermédiaire.

[0023] L'air provenant du compresseur 105 se refroidit éventuellement dans un groupe frigorifique 103'.

[0024] Dans la figure 3, une partie de l'air détendue dans la deuxième turbine n'est pas recyclée mais est envoyée à la double colonne après s'être liquéfiée à travers les vannes. L'air venant du compresseur 205 peut se refroidir dans un groupe frigorifique 203'.

[0025] La figure 4 diffère de la figure 3 en ce que de l'air de la deuxième turbine se liquéfie dans le vaporiseur 353 par échange de chaleur avec de l'oxygène liquide pompé par la pompe 317. Dans ce cas, tout l'air liquéfié est envoyé à la colonne opérant à la pression plus élevée. L'oxygène vaporisé se réchauffe dans l'échangeur principal.

[0026] La figure 5 montre un groupe frigorifique 450 qui refroidit une partie de l'air destiné à la deuxième turbine 407.

[0027] La figure 6 montre une variante de la figure 1 dans laquelle de l'air 523 destinée à la première turbine 509 est surpressée à une pression supérieure à la haute pression par un surpresseur 570. Le surpresseur 570 peut être couplé à la première ou à la deuxième turbine.

Une partie de l'air destinée à la deuxième turbine se refroidit dans un groupe frigorifique 550 plutôt que dans l'échangeur principal. L'air 525 destiné à la deuxième turbine 507 est également surpressé à une pression moindre que ou égale à la pression d'entrée de la deuxième turbine dans un surpresseur 580 qui est couplée à l'autre turbine.

[0028] Dans la figure 7, deux surpresseurs 670, 680 surpressent l'air destiné à la première turbine 609. L'air destiné à la deuxième turbine 607 est à la pression de refoulement du compresseur 5. Chaque surpresseur est couplé à une des turbines

[0029] Il est évidemment possible d'utiliser une installation d'une des figures pour produire de l'argon à partir d'une colonne argon alimentée par la colonne basse pression 13, 113 ou pour produire de l'oxygène impur à partir d'une colonne de mélange.

[0030] La première colonne peut être une simple colonne ou la colonne moyenne pression d'une double colonne. La double colonne peut être éventuellement du type "AZOTONNE" (marque déposée) ayant un condenseur de tête de la colonne basse pression.

[0031] Une partie des frigories peut être fournie par détente d'azote d'une des colonnes dans une turbine ou par détente d'air dans une turbine d'insufflation. Les surpresseurs des figures 6 et 7 peuvent être remplacés par des surpresseurs froids.

[0032] La colonne basse pression peut éventuellement fonctionner à une pression au-dessus de 2 bar.

[0033] Pour la figure 8 la chaleur échangée dans la ligne d'échange en kcal/h est en ordonnées et la température en °C est en abscisse.

[0034] Dans tous les cas, la double colonne peut être remplacée par une triple colonne comprenant une colonne haute pression, une colonne pression intermédiaire et une colonne basse pression. Le liquide à vaporiser peut provenir d'une de ces colonnes.

[0035] L'installation peut comprendre une colonne de mélange.

Revendications

1. Procédé de séparation cryogénique du gaz de l'air par distillation d'air dans un système de colonnes comprenant au moins une colonne (11, 13, 90) comprenant les étapes de :

- comprimer la totalité de l'air à une moyenne pression et au moins une partie (19, 119, 219, 319, 419, 519, 619) de l'air jusqu'à une pression intermédiaire entre la moyenne pression et une haute pression
- comprimer de l'air de la pression intermédiaire à la haute pression
- diviser l'air comprimé à la haute pression en une première et une deuxième fractions (23, 25, 123, 125, 223, 225, 323, 325, 423, 425, 523,

- 525, 623, 625)
- refroidir la première fraction dans un échangeur de chaleur (8) et la détendre au moins en partie dans une première turbine (9, 109, 209, 309, 409, 509, 609)
 - refroidir la deuxième fraction dans l'échangeur de chaleur (8) et la détendre au moins en partie jusqu'à la pression intermédiaire dans une deuxième turbine (7, 107, 207, 307, 407, 507, 607)
 - réchauffer au moins une portion de la partie détendue (27, 127, 227, 327, 427, 527, 627) de la deuxième fraction (ou la deuxième fraction détendue) dans l'échangeur de chaleur (8) et en recycler au moins une partie au débit d'air à la pression intermédiaire (19, 119, 219, 319, 419, 519, 619)
 - envoyer de l'air à la moyenne pression à une première colonne (11, 111, 211, 311, 411, 511, 611); où il s'enrichit en azote en tête de colonne et s'enrichit en oxygène en cuve
 - soutirer un liquide d'une colonne du système et le vaporiser, éventuellement après pressurisation, dans l'échangeur de chaleur.

caractérisé en ce que la pression d'alimentation de la première turbine n'est pas inférieure à la pression d'alimentation de la deuxième turbine.

2. Procédé selon la revendication 1 dans lequel les pressions d'alimentation des première et deuxième turbines sont identiques ou la pression d'alimentation de la première turbine est supérieure, éventuellement d'au moins 1 bar, à la pression d'alimentation de la deuxième turbine.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2 dans lequel la première colonne (11, 111) fait partie d'une double colonne ou une triple colonne
4. Procédé selon la revendication 3 dans lequel la première colonne opère à une pression plus élevée qu'une deuxième colonne de la double colonne et dans lequel on envoie un débit enrichi en oxygène et un débit enrichi en azote de la première colonne à la deuxième colonne (13, 113) de la double colonne.
5. Procédé selon la revendication 3 ou 4 dans lequel on soutire un débit liquide (41, 141) de la première ou la deuxième colonne et on le vaporise par échange de chaleur avec de l'air, éventuellement après l'avoir pressurisé.
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel la totalité (119) de l'air est comprimé jusqu'à la pression intermédiaire.

7. Procédé selon la revendication 6 dans lequel l'air est épuré en eau et en dioxyde de carbone à la pression intermédiaire.

- 5 8. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel la température d'aspiration de la deuxième turbine (7, 107) est supérieure à celle de la première turbine (9, 109).

- 10 9. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel une portion (29, 129) non-détendue de la première fraction se condense par échange de chaleur avec un fluide (41, 141) soutiré de la colonne (13, 113).

- 15 10. Procédé selon la revendication 9 dans lequel la portion (29, 129) qui se condense échange de la chaleur avec un liquide qui se vaporise.

- 20 11. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel une portion (29, 129) non-détendue ou détendue de la deuxième fraction se condense par échange de chaleur avec un fluide soutiré de la colonne (13, 113).

- 25 12. Procédé selon la revendication 11 dans lequel la portion (29, 129) qui se condense échange de la chaleur avec le liquide qui se vaporise.

- 30 13. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel le débit liquide soutiré de la colonne (11, 13, 90) est enrichi en oxygène, en azote ou en argon.

- 35 14. Procédé selon la revendication 13 dans lequel plusieurs débits liquides se vaporisent par échange de chaleur avec de l'air.

- 40 15. Procédé selon la revendication 14 dans lequel un premier liquide se vaporise par échange avec la portion non-détendue de la première fraction qui se condense et un deuxième liquide se vaporise par échange avec une portion détendue ou non-détendue de la deuxième fraction qui se condense.

- 45 16. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel une fraction de l'air est refroidie dans un groupe frigorifique (103, 203, 303, 403, 450, 503, 603).

- 50 17. Procédé selon la revendication 16 dans lequel au moins une partie de la deuxième fraction est refroidie dans un groupe frigorifique.

- 55 18. Procédé selon la revendication 17 dans lequel la température de sortie du groupe frigorifique est la température d'entrée de la deuxième turbine.

19. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel l'énergie d'au moins une des turbines (7, 9, 107, 109) sert à entraîner un ou plusieurs compresseurs (5, 6). 5
20. Procédé selon la revendication 19 dans lequel la première turbine sert à entraîner un compresseur qui comprime la première fraction de la haute pression à une pression encore plus élevée avant le refroidissement de la première fraction. 10
21. Procédé selon la revendication 19 dans lequel la première turbine et la deuxième turbine servent à entraîner des compresseurs en série qui compriment la première fraction. 15
22. Procédé selon une des revendications précédentes dans lequel la première fraction se condense au moins partiellement lors de la détente dans la première turbine. 20
23. Procédé selon une des revendications précédentes dans lequel la température en sortie de la deuxième turbine est proche de celle en entrée de la première turbine. 25
24. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel un débit de la colonne basse pression alimente une colonne argon (90). 30
25. Installation de séparation cryogénique des gaz de l'air par distillation cryogénique comprenant : 35
- au moins une première colonne de distillation d'air (13, 113, 213, 413, 513, 613) 35
 - une ligne d'échange (8, 108, 208, 308, 408, 508, 608),
 - des moyens (1, 101, 201, 301, 401, 501, 601) pour comprimer tout l'air à une moyenne pression, 40
 - des moyens (5, 105, 205, 305, 405, 505, 605) pour comprimer au moins une partie de l'air jusqu'à une pression intermédiaire entre la moyenne pression et une haute pression, 45
 - des moyens (6, 106, 206, 306, 406, 506, 606) pour comprimer de l'air de la pression intermédiaire à la haute pression,
 - des moyens pour envoyer une première et une deuxième fractions d'air à la haute pression à la ligne d'échange, 50
 - une première turbine (9, 109, 209, 309, 409, 509, 609) pour détendre au moins une partie de la première fraction, éventuellement jusqu'à la moyenne pression,
 - une deuxième turbine (7, 107, 207, 307, 407, 507, 607) pour détendre au moins une partie de la deuxième fraction jusqu'à la pression intermédiaire, 55
- des moyens (8, 108, 208, 308, 408, 508, 608) pour réchauffer au moins une portion de la partie détendue de la deuxième fraction
 - des moyens (27, 127, 227, 327, 427, 527, 627) pour recycler au moins une partie de cette portion dans l'air à la pression intermédiaire
 - des moyens (41, 141, 241, 341, 541, 641) pour soutirer au moins un liquide d'une colonne de l'installation et des moyens pour l'envoyer à la ligne d'échange
- caractérisée en ce qu'elle ne comprend pas de moyen pour augmenter la pression d'alimentation de la deuxième turbine par rapport à la pression d'alimentation de la première turbine.
26. Installation selon la revendication 25 comprenant ou ne comprenant pas des moyens (5, 570, 670) pour augmenter la pression d'alimentation de la première turbine par rapport à la pression d'alimentation de la deuxième turbine.
27. Installation selon la revendication 25 ou 26 selon laquelle la première colonne est soit la colonne opérant à la pression plus basse soit la colonne opérant à la pression plus élevée d'une double colonne ou une colonne d'une triple colonne.
28. Installation selon la revendication 27 dans lequel la première colonne opère à une pression plus élevée qu'une deuxième colonne de la double colonne et dans lequel on envoie un débit enrichi en oxygène et un débit enrichi en azote de la première colonne à la deuxième colonne (13, 113) de la double colonne.
29. Installation selon la revendication 27 ou 28 comprenant des moyens pour soutirer un débit liquide (41, 141) de la première ou la deuxième colonne ou une colonne d'argon (90) et le vaporiser par échange de chaleur avec de l'air, éventuellement après l'avoir pressurisé.
30. Installation selon l'une des revendications 25 à 29 dans laquelle la totalité (119) de l'air est comprimé jusqu'à la pression intermédiaire.
31. Installation selon l'une des revendications 25 à 30 comprenant des moyens pour soutirer un débit liquide enrichi en oxygène, en azote ou en argon de l'installation.
32. Installation selon une des revendications 25 à 31 comprenant un groupe frigorifique (550) pour refroidir une partie de l'air.
33. Installation selon l'une des revendications 25 à 32 comprenant une colonne argon (90).

- 34.** Installation selon l'une des revendications 25 à 33 comprenant une triple colonne comprenant une première colonne opérant à haute pression alimentée par de l'air, une colonne opérant à pression intermédiaire et une colonne opérant à basse pression. 5
- 35.** Installation selon la revendication 34 dans lequel les moyens pour soutirer un liquide d'une colonne sont reliées à la colonne haute pression, la colonne intermédiaire ou la colonne basse pression. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

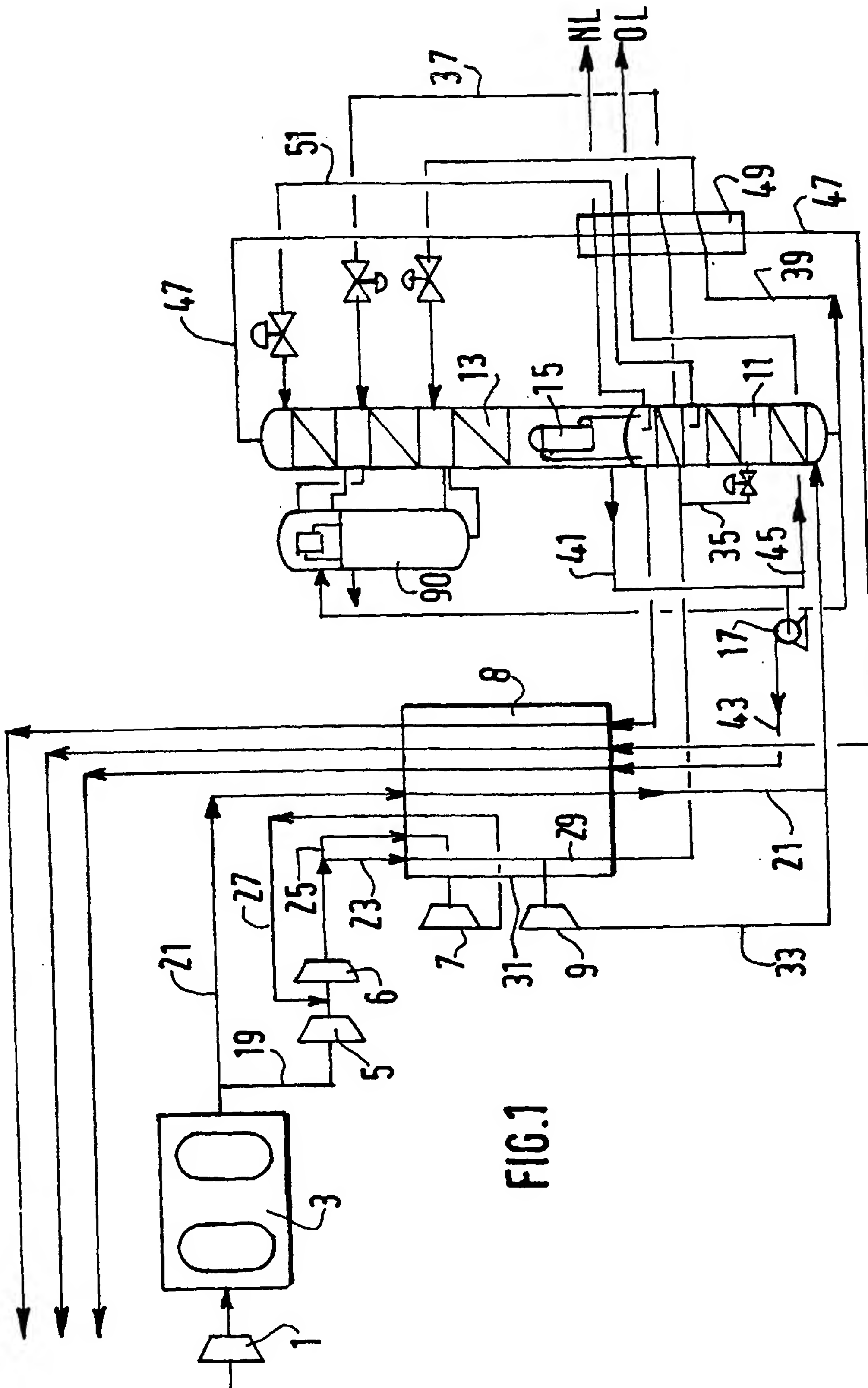


FIG. 1

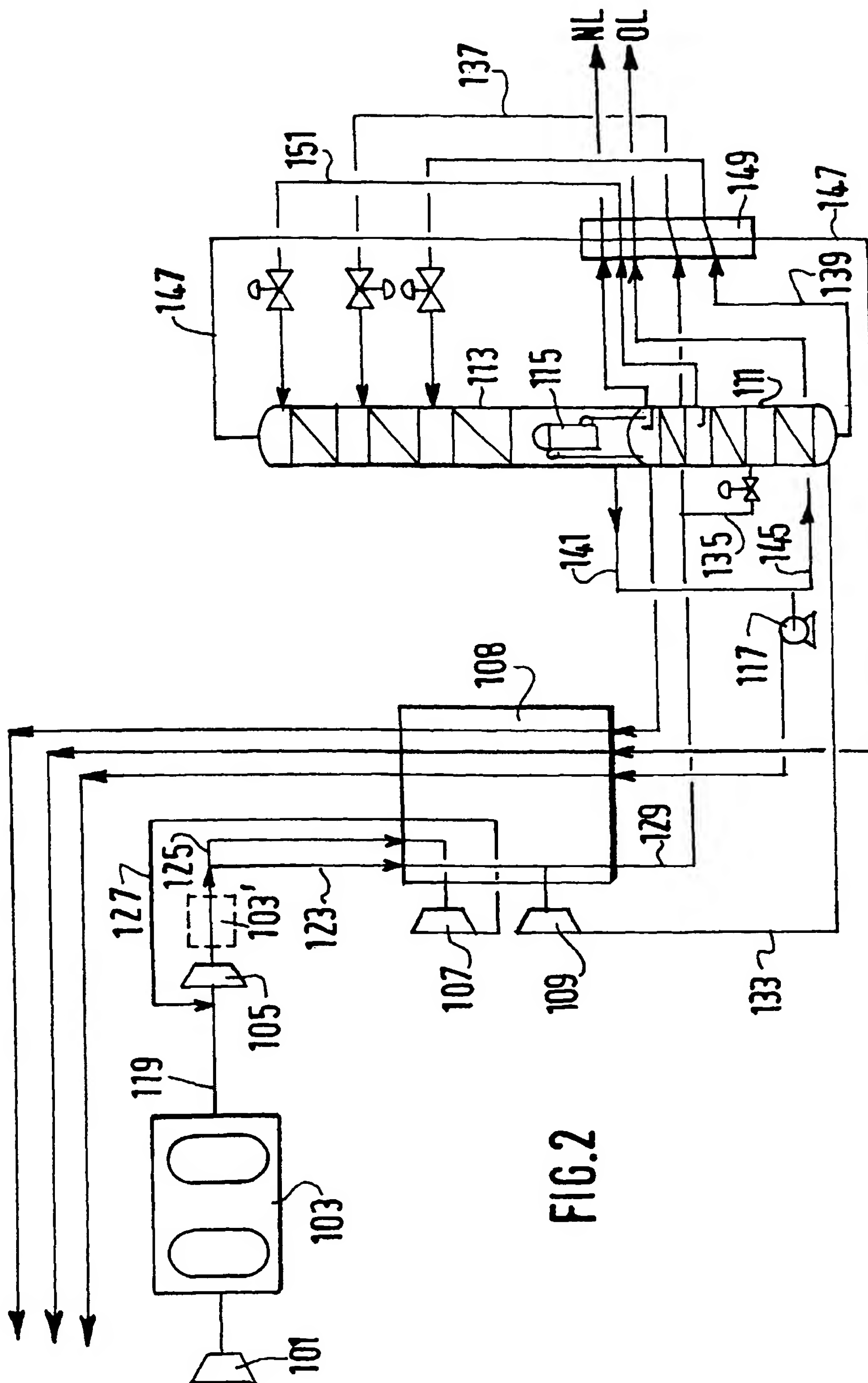
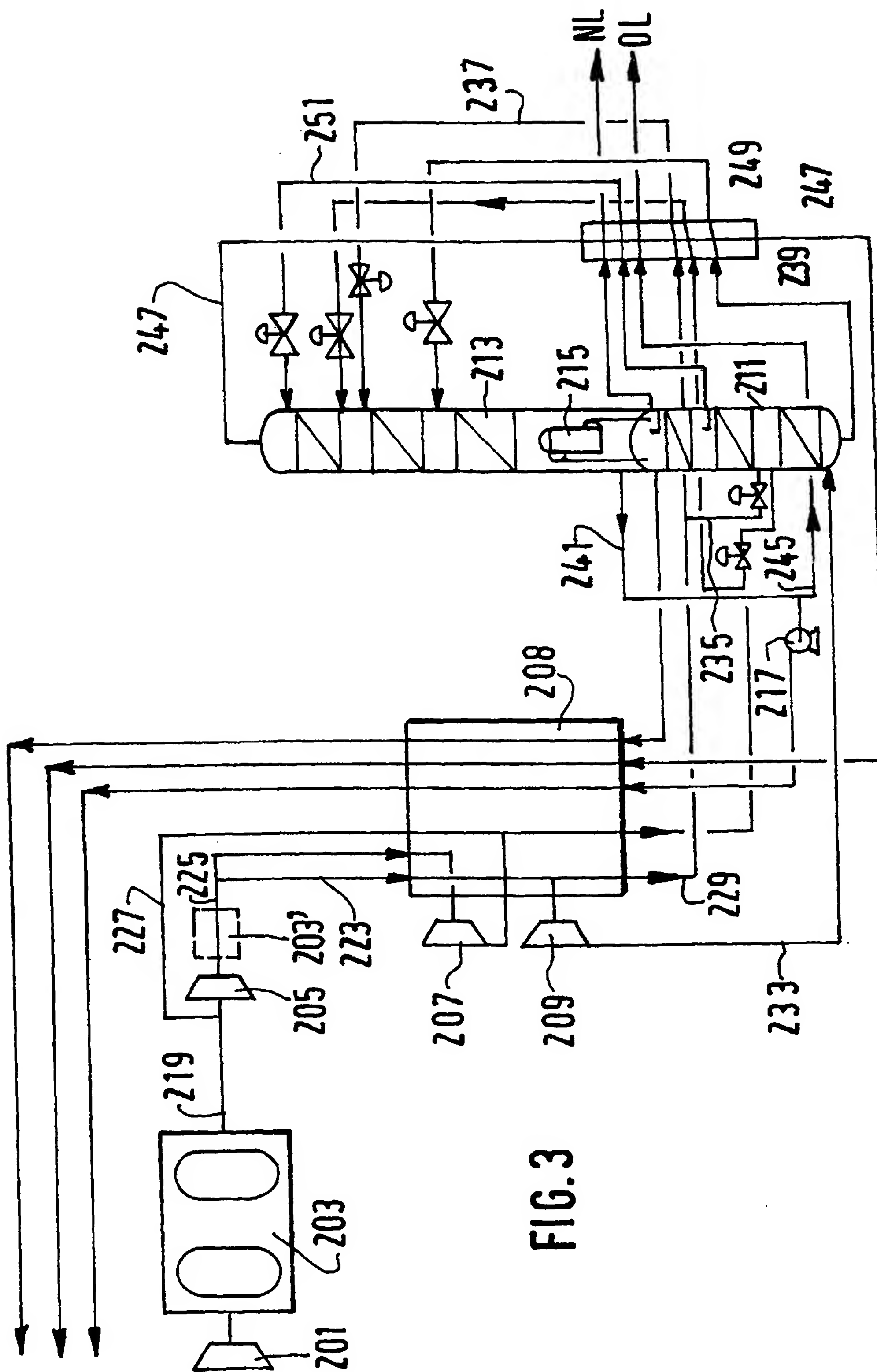
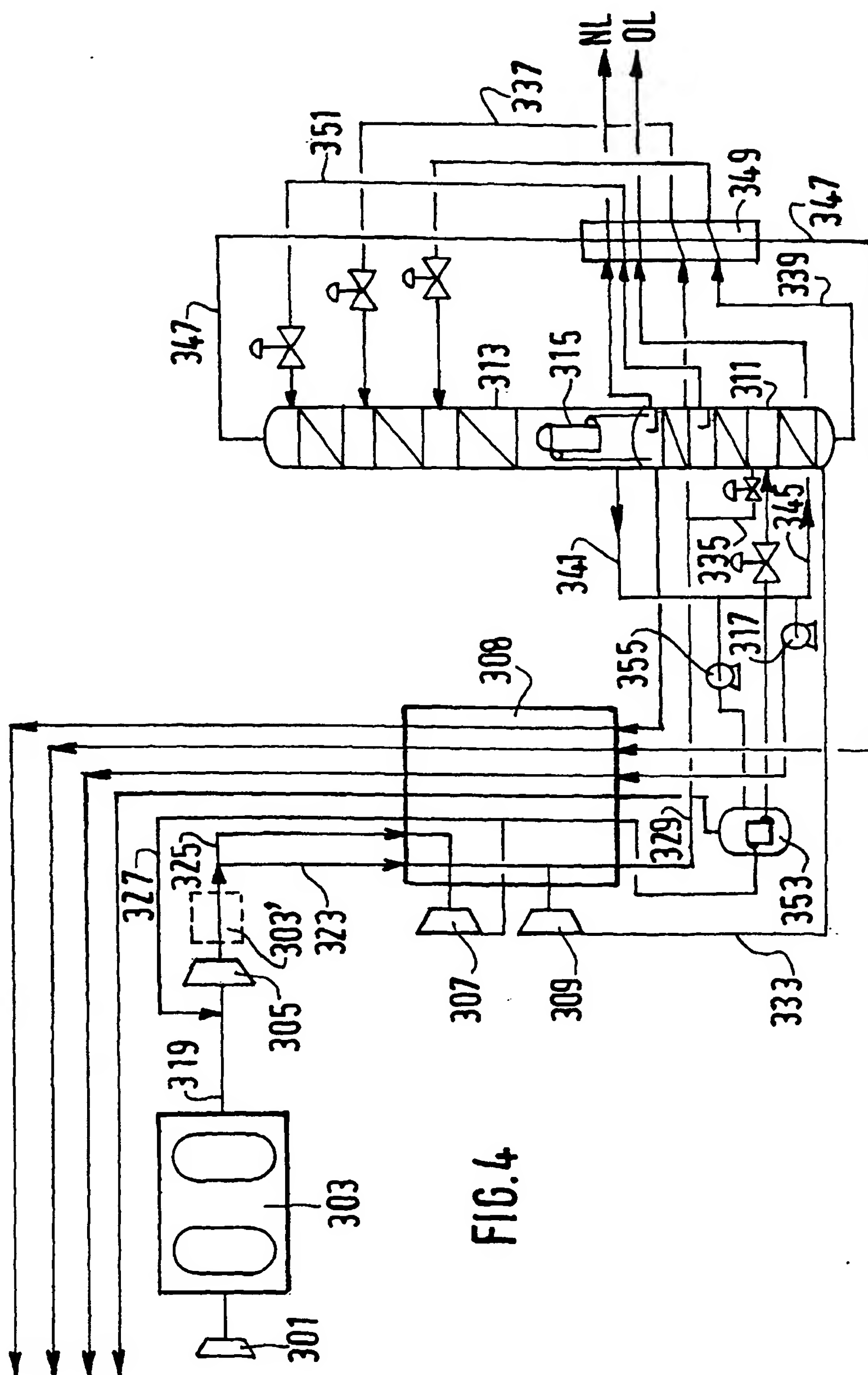


FIG. 2





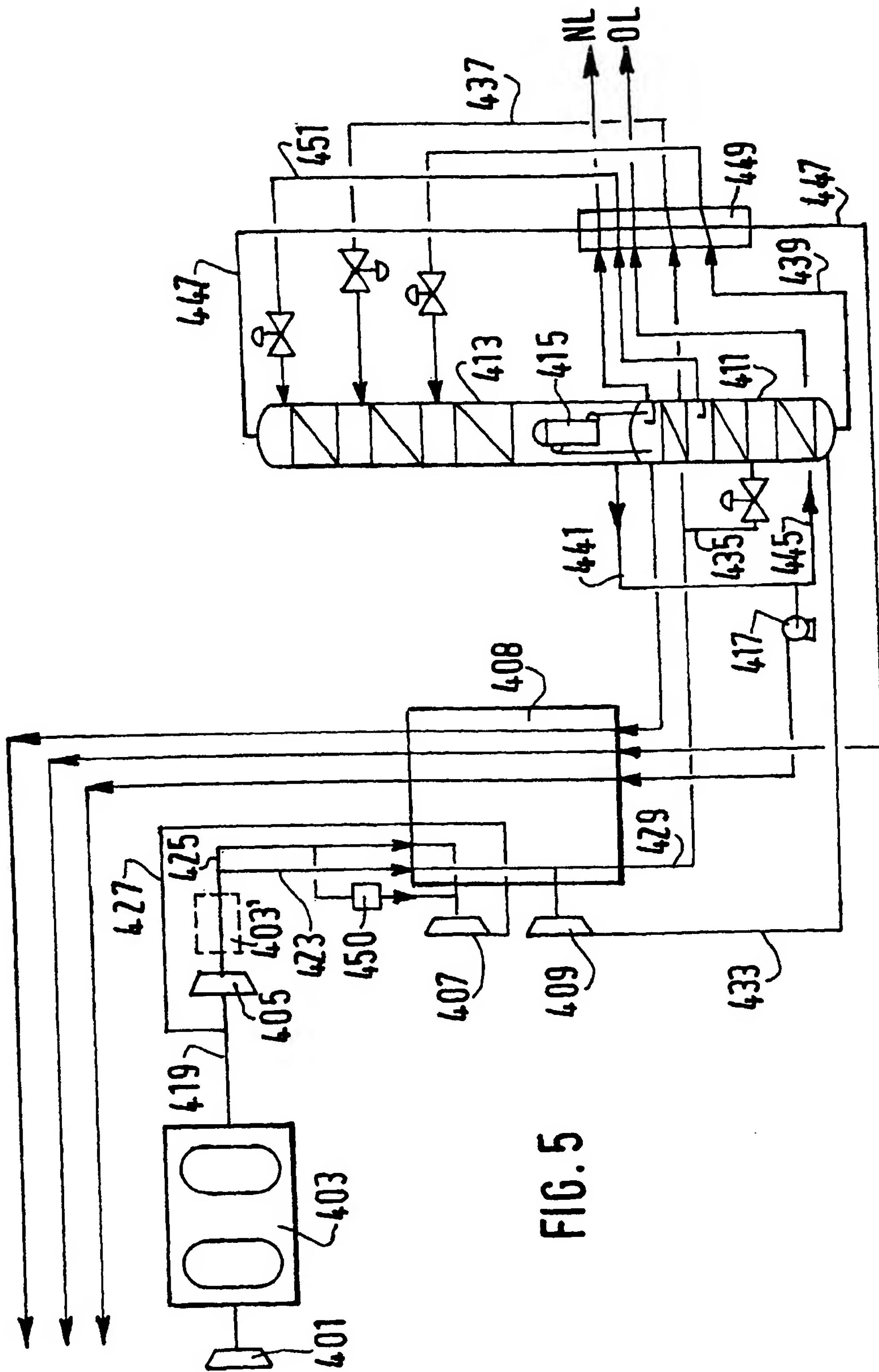
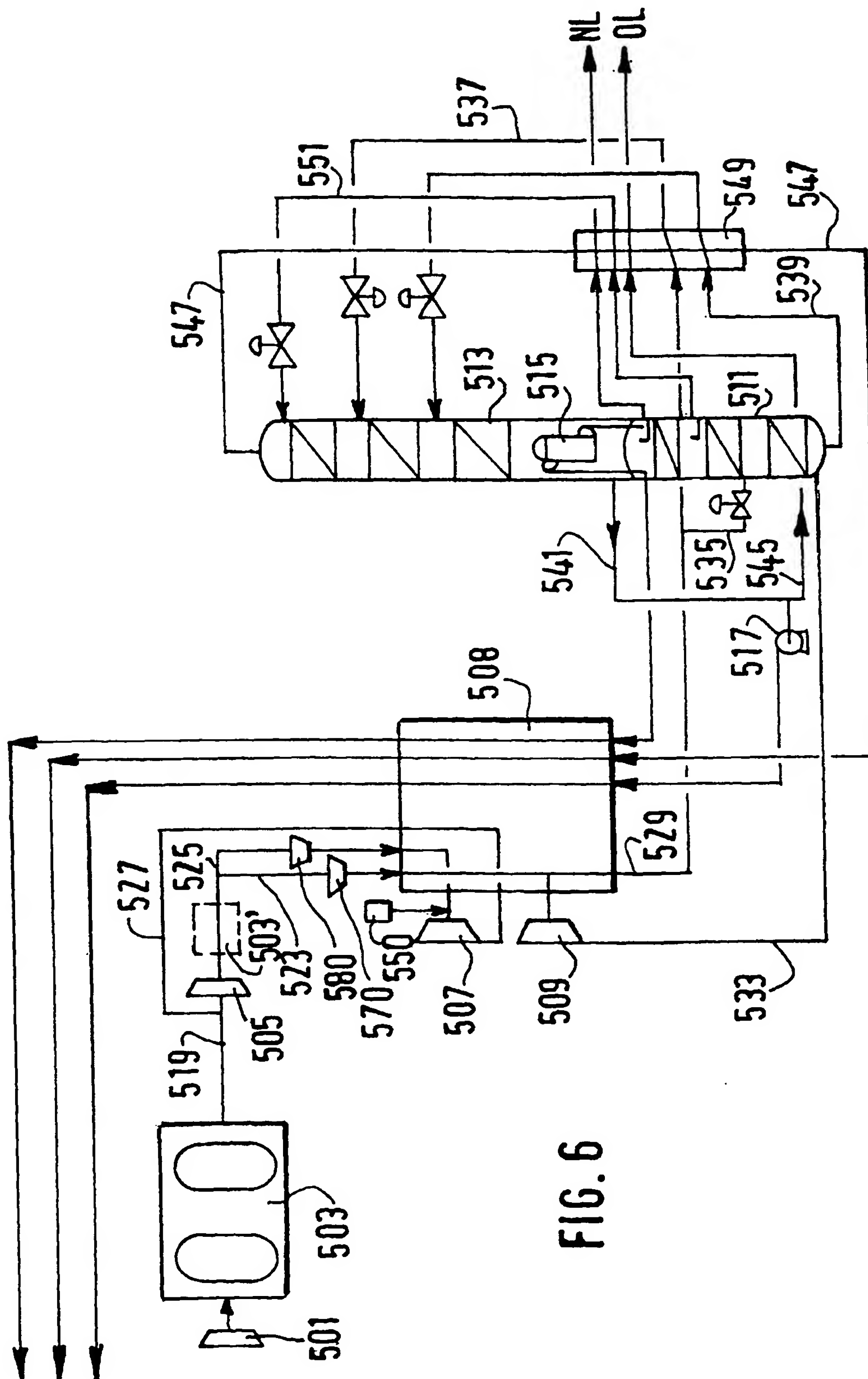


FIG. 5



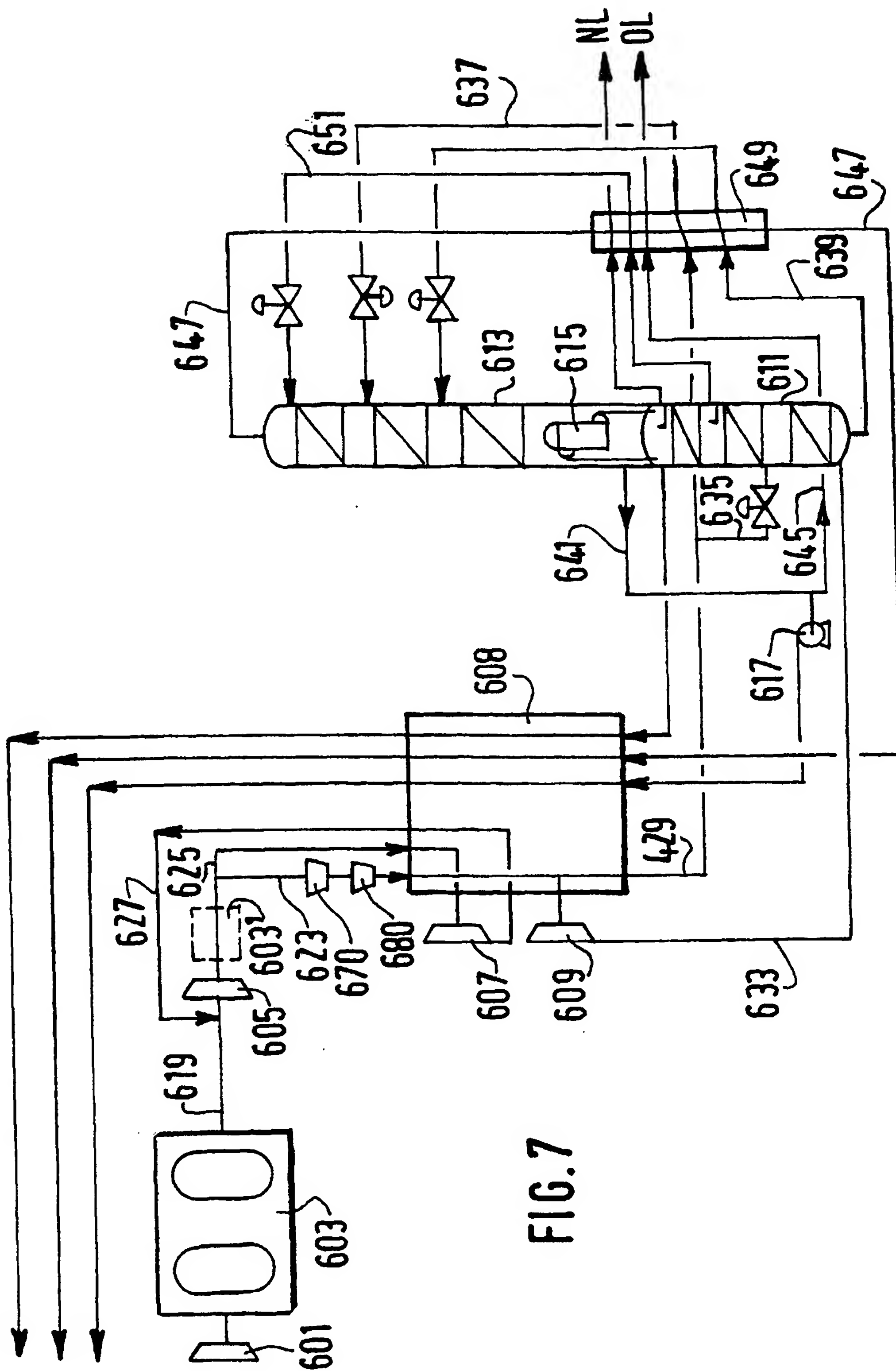


FIG. 7

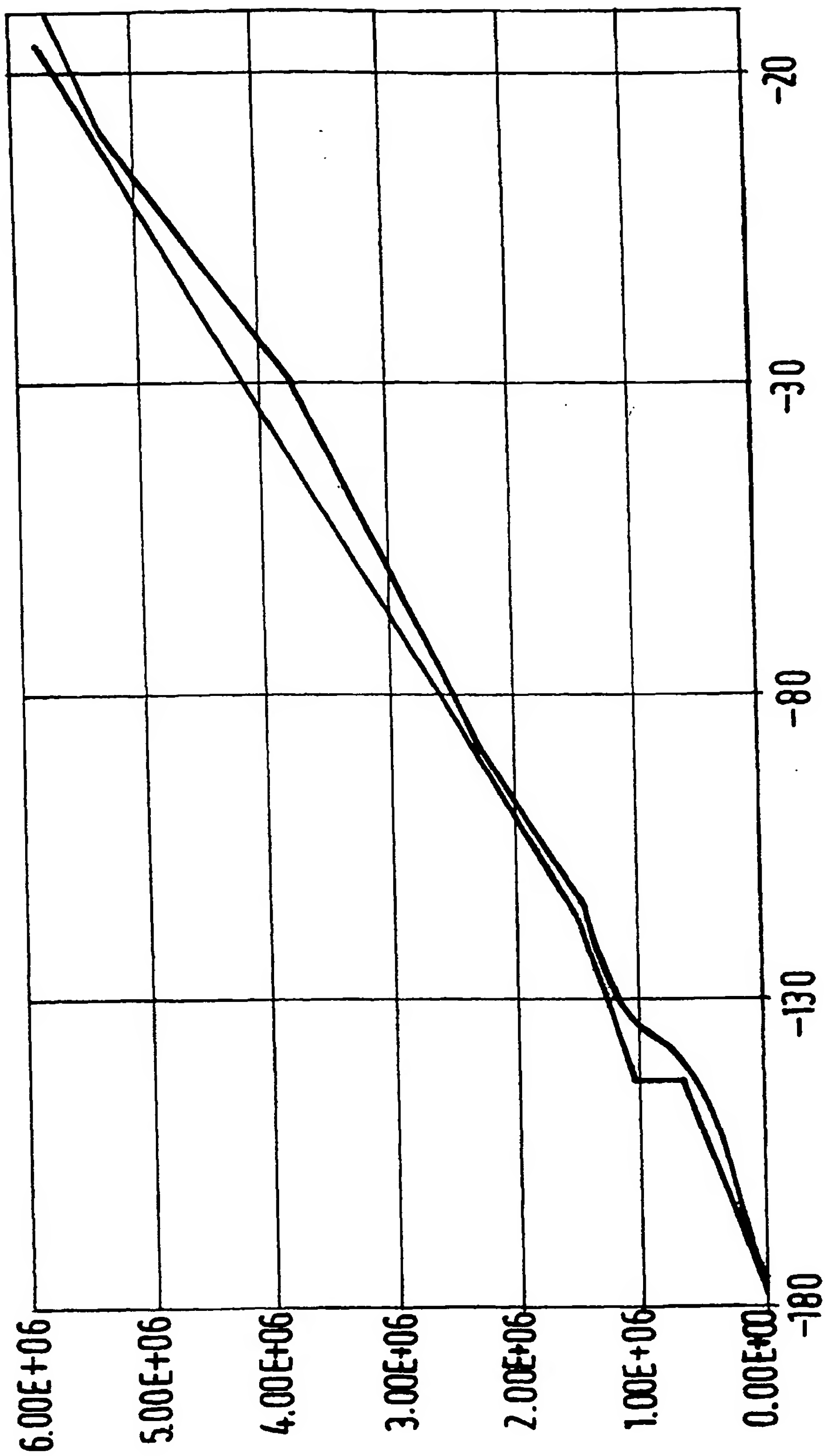


FIG. 8



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 99 40 3101

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
A	EP 0 757 217 A (BOC GROUP PLC) 5 février 1997 (1997-02-05) * colonne 2, ligne 35 - ligne 39; revendications; figures * * colonne 4, ligne 18 - ligne 26 * * colonne 8, ligne 16 - ligne 38 *	1-35	F25J3/04
A	US 4 595 405 A (AGRAWAL RAKESH ET AL) 17 juin 1986 (1986-06-17) * le document en entier *	1-35	
D,A	US 5 758 515 A (HOWARD HENRY EDWARD) 2 juin 1998 (1998-06-02) * le document en entier *	1-35	
A	DE 42 04 172 A (LINDE AG) 19 août 1993 (1993-08-19) * le document en entier *	1-35	
A	US 5 355 681 A (XU JIANGUO) 18 octobre 1994 (1994-10-18) * colonne 5, ligne 30 - colonne 6, ligne 56; revendications; figure 5 *	1-35	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
A	EP 0 661 505 A (AIR LIQUIDE) 5 juillet 1995 (1995-07-05) * le document en entier *	1-35	F25J
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 12 avril 2000	Examineur Lapeyrere, J
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : artère-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intermédiaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 99 40 3101

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

12-04-2000

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0757217 A	05-02-1997	AU 711169 B	07-10-1999
		AU 6080696 A	06-02-1997
		JP 10054657 A	24-02-1998
		JP 9112838 A	02-05-1997
		NO 963246 A	04-02-1997
		PL 315488 A	17-02-1997
		US 5806341 A	15-09-1998
US 4595405 A	17-06-1986	BR 8506401 A	02-09-1986
		CA 1254126 A	16-05-1989
		EP 0186843 A	09-07-1986
		JP 61171523 A	02-08-1986
		NO 855132 A	23-06-1986
		US 4817392 A	04-04-1989
		US 4654063 A	31-03-1987
		US 4717407 A	05-01-1988
		ZA 8509649 A	26-08-1987
US 5758515 A	02-06-1998	BR 9801590 A	28-09-1999
		CA 2237044 A	08-11-1998
		CN 1200476 A	02-12-1998
		EP 0877217 A	11-11-1998
DE 4204172 A	19-08-1993	AUCUN	
US 5355681 A	18-10-1994	AT 155231 T	15-07-1997
		CA 2131655 A,C	24-03-1995
		CN 1105443 A	19-07-1995
		DE 69404106 D	14-08-1997
		DE 69404106 T	30-10-1997
		EP 0645595 A	29-03-1995
		ES 2104283 T	01-10-1997
		JP 2865274 B	08-03-1999
		JP 7159026 A	20-06-1995
EP 0661505 A	05-07-1995	FR 2714721 A	07-07-1995
		CA 2139304 A	01-07-1995
		CN 1107571 A	30-08-1995
		DE 69410584 D	02-07-1998
		DE 69410584 T	04-03-1999
		ES 2119115 T	01-10-1998
		JP 7324857 A	12-12-1995
		US 5454226 A	03-10-1995

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

THIS PAGE BLANK (USPTO)